

01. Природа и характеристика опасностей в техносфере

Понятие техносферы. Определение опасности

Понятие техносферы

Техносфера — часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком в технические и техногенные объекты (механизмы, здания, сооружения, горные выработки, дороги и т.д.) с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия социально-экономическим потребностям человека. Таким образом, в преобразовании участвуют техника, технические системы и используемая технология.

Техника (*от греч. *techné* — искусство, мастерство, умение*) — совокупность средств человеческой деятельности, созданных для осуществления процессов производства и обслуживания непродовольственных потребностей общества. В технике материализованы знания и производственный опыт, накопленные человечеством в процессе развития производства. Техника облегчает трудовые усилия человека и увеличивает их эффективность, позволяет преобразовывать природу в соответствии с потребностями общества. По мере развития производства техника последовательно заменяет человека в выполнении технологических функций, связанных с физическим и умственным трудом. Средствами техники пользуются для воздействия на предметы труда при создании материальных и культурных благ, для получения, передачи и превращения энергии, исследования законов развития природы и общества, передвижения и связи, сбора, хранения, переработки и передачи информации, управления обществом, обслуживания быта, ведения войны и обеспечения обороны.

По функциональному назначению различают технику:

- производственную;
- военную;
- бытовую;
- медицинскую;
- для научных исследований;
- образования;
- культуры и др.

Основную часть технических средств составляет производственная техника, к которой относятся машины и механизмы, инструменты, аппаратура управления машинами и технологическими процессами, а также производственные здания и сооружения, коммуникации и т. д.

Технику обычно классифицируют по:

1. Отраслевой структуре производства (например, промышленности, транспорта);
2. Применительно к отдельным структурным подразделениям производства (например, техника авиационная, мелиоративная, энергетическая, химическая, горная и т. п.).

Техника все в большей мере становится материализацией научных знаний. Развитие техники выражается в создании новых и усовершенствовании существующих типов машин, оборудования, повышения технического уровня производств, процессов, их комплексной механизации и автоматизации, в создании новых материалов, топлива и преобразователей энергии и т. п. Исторически техника прошла путь развития от примитивных машин, выполняющих одну

операцию, до сложнейших автоматических машин со-временного производства, объединенных в единое целое — систему, имеющую соответствующую структуру и направленную на достижение определенных целей.

Под **технической системой (объектом)** понимается упорядоченная совокупность отдельных элементов, связанных между собой функционально и взаимодействующих таким образом, чтобы обеспечить выполнение некоторых заданных функций (достижение цели) при различных состояниях работоспособности. Объектами могут быть различные системы и их элементы, в частности: сооружения, установки, технические изделия, устройства, машины, аппараты, приборы и их части, агрегаты и отдельные детали. Упорядоченность означает, что относительно окружающей среды система выступает и соответственно воспринимается как нечто функционально единое.

Признаком системы является структурированность, взаимосвязанность составляющих ее частей, подчиненность организации всей системы определенной цели.

Обязательным компонентом любой системы являются составляющие элементы (подсистемы), само понятие элемента условно и относительно, так как любой элемент, в свою очередь, всегда можно рассматривать как совокупность других элементов. Поскольку все подсистемы и элементы, из которых состоит система, определенным образом взаиморасположены и взаимосвязаны, образуя данную систему, можно говорить о структуре системы. **Структура системы** — это то, что остается неизменным в системе при изменении ее состояния, реализации различных форм поведения, совершении системой операций и т. п. Любая система имеет, как правило, иерархическую структуру, т. е. может быть представлена в виде совокупности подсистем разного уровня, расположенных в порядке постепенности. При анализе тех или иных конкретных систем достаточным оказывается выделение некоторого определенного числа ступеней иерархии.

Системы функционируют в пространстве и времени. Процесс функционирования систем представляет собой изменение состояния системы, переход ее из одного состояния в другое. В соответствии с этим системы подразделяются на:

1. **Статическая система** — это система с одним возможным состоянием.
2. **Динамическая система** — система с множеством состояний, в которой с течением времени происходит переход из одного состояния в другое.

С позиций безопасности задачи исследования технических систем заключаются в том, чтобы увидеть, каким образом элементы системы функционируют в системе во взаимодействии с другими ее частями и по каким причинам может произойти отказ, грозящий негативными последствиями для окружающей среды.

Определение опасности

Опасность — центральное понятие как сферы безопасности жизнедеятельности в техносфере, так и промышленной безопасности. Под опасностью понимаются явления, процессы, объекты, способные в определенных условиях наносить вред здоровью человека, ущерб окружающей природной среде и социально-экономической инфраструктуре, т. е. вызывать нежелательные последствия непосредственно или косвенно. Другими словами, опасность — следствие действия некоторых негативных (вредных и опасных) факторов на определенный объект (предмет) воздействия. При несоответствии характеристик воздействующих факторов характеристикам объекта (предмета) воздействия и появляется феномен опасности (например, ударная волна, аномальная температура, недостаток кислорода в воздухе, токсичные примеси в воздухе и т. п.).

Опасность — свойство, внутренне присущее сложной технической системе. Она может реализоваться в виде прямого или косвенного ущерба для объекта (предмета) воздействия постепенно или внезапно и резко — в результате отказа системы. Скрытая (потенциальная) опасность для человека реализуется в форме травм, которые происходят при несчастных случаях, авариях, пожарах и пр., для технических систем — в форме разрушений, потери управляемости и т. д., для экологических систем — в виде загрязнений, утрате видового разнообразия и др.

Определяющие признаки — возможность непосредственного отрицательного воздействия на объект (предмет) воздействия; возможность нарушения нормального состояния элементов производственного процесса, в результате которого могут возникнуть аварии, взрывы, пожары, травмы. Наличие хотя бы одного из указанных признаков является достаточным для отнесения факторов к разделу опасных или вредных. Количество признаков, характеризующих опасность, может быть увеличено или уменьшено в зависимости от целей анализа.

Алгоритм развития опасности

Процесс развития опасности можно описать следующей логической последовательностью:

Нарушение технологического процесса, допустимых пределов эксплуатации, условий содержания и т. п.

⇒ *Накопление, образование поражающих факторов, приводящих к аварии технической системы*

⇒ *Разрушение конструкции*

⇒ *Выброс, образование поражающих факторов*

⇒ *Воздействие (взаимодействие) поражающих факторов с объектом воздействия (с окружающей природной средой, человеком, объектами техносферы и пр.)*

⇒ *Реакция на поражающее воздействие*

В зависимости от особенностей технической системы отдельные элементы приведенной цепи могут отсутствовать. Каждому такому событию можно приписать частный показатель в виде вероятности события:

Вероятность отказа технической системы

⇒ *Вероятность аварийного исхода*

⇒ *Вероятность образования поражающих факторов*

⇒ *Вероятность поражения объектов воздействия*

⇒ *Вероятность вторичных поражающих факторов*

⇒ *Вероятность воздействия*

⇒ *Вероятность поражения*

Из приведенной логической последовательности следует, что наличие потенциальной опасности в системе не всегда сопровождается ее негативным воздействием на объект. Любое исключение в цепи ведет к нереализации опасности.

Для реализации опасности необходимо выполнение минимум трех условий:

1. Опасность реально действует (присутствует).
2. Объект находится в зоне действия опасности.
3. Объект не имеет достаточных средств защиты.

Источники опасности

Источниками (носителями) опасностей являются процессы и явления, элементы техногенной среды, человеческие действия, которые кроют в себе угрозу опасности. Опасности существуют в пространстве и времени и реализуются в виде потоков энергии, вещества и информации. Опасности воздействуют без какой-либо избирательности, то есть на всю

окружающую среду. Причинами, из-за которых отдельные объекты не страдают от определенных опасностей или же одни страдают больше, а другие меньше, являются свойства самих объектов (пример: пуля убивает животных или человека, но не пробивает каменную стену).

Номенклатура, то есть перечень возможных опасностей, насчитывает свыше 150 наименований и при этом не считается полной. Для анализа, обобщения и разработки мероприятий по предотвращению негативных последствий опасностей существует необходимость их классификации.

Существуют разные системы классификации — **по источникам происхождения, локализации, последствиям, ущербу, сферам проявления и т.п.** Наиболее удачной считается классификация опасностей жизнедеятельности человечества по источникам происхождения, согласно которой все опасности подразделяются на четыре группы: **природные, техногенные, социально-политические и комбинированные.** Четвертая группа подразделяется на три подгруппы: **природно-техногенные, природно-социальные и социально-техногенные опасности**, источниками которых является комбинация разных элементов жизненной среды.

Природные опасности — это природные объекты, явления природы и стихийные бедствия, которые представляют угрозу для жизни или здоровья человека (землетрясения, оползни, сели, вулканы, наводнения, снежные лавины, штормы, ураганы, ливни, град, туманы, гололедицы, молнии, астероиды, солнечное и космическое излучения, опасные растения, животные, рыбы, насекомые, грибки, бактерии, вирусы, инфекционные болезни животных и растений).

Техногенные опасности — это, прежде всего опасности, связанные с использованием электрической энергии, химических веществ, разных видов излучения (ионизирующего, электромагнитного), транспортных средств, горючих, легковоспламеняющихся, взрывоопасных веществ и материалов, процессов, происходящих при повышенных температурах и давлении, процессов, связанных с эксплуатацией подъемно-транспортного оборудования. Источниками техногенных опасностей являются все опасности, связанные с влиянием на человека объектов материально-культурной среды (например, выведенная людьми порода собак бультерьер опасна не только для чужих людей, но и для своего хозяина).

К **социальным опасностям** отнесены опасности, вызванные низким духовным и культурным уровнем людей. Это такие явления, как бродяжничество, проституция, пьянство, алкоголизм, преступность, курение табака, сквернословие и т.п. Побудителями этих опасностей являются также низкий уровень материального благосостояния населения, революции, конфликтные ситуации на межнациональной, этнической, расовой или религиозной почве. К **политическим опасностям** относятся конфликты на межнациональном и межгосударственном уровнях, политический терроризм, идеологические, межпартийные, межконфессиональные и вооруженные конфликты, войны.

Большинство источников опасностей имеют комбинированный характер:

- **природно-техногенные опасности** — парниковый эффект, нарушение озонового экрана, смог, кислотные дожди, пылевые бури, уменьшение плодородия грунтов, возникновение пустынь и другие явления, вызванные человеческой деятельностью;
- **природно-социальные опасности** — наркомания, эпидемии и пандемии инфекционных заболеваний, венерические заболевания (заболевания, передающиеся половым путем), СПИД (ВИЧ) и др.;
- **социально-техногенные опасности** — профессиональная заболеваемость, травматизм, психические отклонения и заболевания, вызванные производственной деятельностью, массовые психические отклонения и заболевания, вызванные влиянием на сознание и подсознание человека средств массовой информации и специальных технических средств, токсикомания.

При анализе обстановки среды производственной деятельности человека выделяются как внешние, так и внутренние источники опасности.

Внешние источники — два рода явлений: состояние среды деятельности (технические системы) и ошибочные, непредвиденные действия персонала, приводящие к авариям и создающие для окружающей среды и людей рискованные ситуации. При этом разные факторы среды обитания воздействуют неодинаково: если техника и технологии могут представлять непосредственную опасность, то социально-психологическая среда, за исключением случаев прямого вредительства, влияют на человека через его психологическое состояние, через дезорганизацию его деятельности.

Внутренние источники опасности обусловлены виктимностью — личными особенностями работающего, которые связаны с его социальными и психологическими свойствами и представляют субъективный аспект опасности.

Номенклатура опасностей

Номенклатура (*лат. nomenclatura*) — перечень категорий, названий, терминов, употребляемых в отраслях науки и техники, систематизированных по определенному признаку.

В области безопасности жизнедеятельности можно выделить несколько уровней номенклатуры: общую, локальную, отраслевую, местную и др.

В общую номенклатуру в алфавитном порядке включаются все виды опасностей. На основе общей номенклатуры опасностей составляются номенклатуры опасностей отдельных объектов (цехов, производств).

Номенклатура опасностей в алфавитном порядке по данным Всемирной Организации Здравоохранения состоит из более чем 100 факторов.

а - алкоголь, аномальная температура воздуха, аномальная подвижность воздуха, аномальное барометрическое давление, аномальное освещение, аномальная ионизация воздуха.;

б - боль, брызги, брожение, буран, буря;

в - вакуум, взрыв, взрывчатые вещества, вибрация, вода, волнения эмоциональные, вращающиеся части машин, высота;

г - газы, гербициды, глубина, гиподинамия, гипокинезия, гололед, горы, горячие поверхности, гроза, гниль;

д - динамические перегрузки, дождь, дым, движущиеся предметы, движение задним ходом;

е - едкие вещества, ёмкость;

з - заболевание, замкнутый объем, зажим частей тела, заражение, защемление, заусенцы;

и - избыточное давление (газа, пара, жидкости), инфразвук, инфракрасное излучение, искры, износ, изгиб, извержение, инсульт, инфаркт, инерция;

к - качка, коррозия, кручение, кинетическая энергия, крушение (поезда, самолета, корабля, мачты, здания), контузия, кровотечение, курения (табака, наркотиков);

л - ледоход, листопад, лазерное излучение;

м - магнитные поля, микробы, микроорганизмы, метеориты, медикаменты, молния, монотония;

н - наводнение, накипь, недостаточная прочность, нарушение правил безопасности, нарушение требований охраны труда, неровные поверхности, неправильные действия персонала, неудобство рабочей позы, наезд машины, напор воды, ветра, несогласованность действий;

о - огонь, огнеопасные вещества, оружие, острые кромки (границы), острые предметы, (колющие, режущие), отравления, ошибочные действия персонала, охлажденные поверхности (предметы, вещества), оглушение, ослепление, опьянения, обрыв;

п - падение (без установленной причины), пар, перегруз (детали, механизма), перенапряжения анализаторов, пестициды пожар, психологическая несовместимость, пыль, пульсация светового потока;

р - рабочая поза, радиация, резонанс, рана, разрыв, расстройство здоровья, реактивная отдача, работа оборудования без присмотра (без обслуживания), разгерметизация систем под давлением;

с - снегопад, сбой в системе, скользкая поверхность, солнечный удар, статические перегрузки, статическое электричество, спуски, слабость, скорость, столкновение с предметом, стужа, самовключение, самовыключение;

т - туман, тайфун, ток высокой частоты (напряжения);

у - ультразвук, ударная волна, ультрафиолетовое излучение, умственное перенапряжение, ураган, ускорение, утомление, усталость, уклоны, угарный газ, утрата бдительности, внимания, ударное столкновение с предметом;

ш - шум;

э - эмоциональные перегрузки, электромагнитные поля, эмоциональный стресс;

я - ядовитые вещества, яркость поверхности.

Идентификация опасностей

Опасности носят потенциальный, т. е. скрытый характер. Под **идентификацией** (*лат. indentifico*) понимается процесс обнаружения и установления количественных, временных, пространственных и иных характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических и оперативных мероприятий, направленных на обеспечение жизнедеятельности.

В процессе идентификации выявляются номенклатура опасностей. Вероятность их проявления, пространственная локализация (координаты), возможный ущерб и другие параметры, необходимые для решения конкретной задачи.

Главное в идентификации заключается в установлении возможных причин проявления опасностей.

Полностью идентифицировать опасность очень трудно. Например, причины некоторых аварий и катастроф остаются невыясненными долгие годы или же навсегда.

Можно говорить о разной степени идентификации: более и менее полной, приближенной, ориентировочной и т.п.

Методы обнаружения опасностей делятся на:

1. *Инженерный*. Определяет опасности, которые имеют вероятностную природу происхождения.
2. *Экспертный*. Он направлен на поиск отказов и их причин. При этом создается специальная экспертная группа, в состав которой входят разные специалисты, дающие заключение.
3. *Социологический метод*. Применяется при определении опасностей путем исследования мнения населения (социальной группы). Формируется путем опросов.
4. *Регистрационный*. Заключается в использовании информации о подсчете конкретных событий, затрат каких-либо ресурсов, количестве жертв.
5. *Органолептический*. При органолептическом методе используют информацию, получаемую органами чувств человека (зрением, осязанием, обонянием, вкусом и др.). Примеры применения — внешний визуальный осмотр техники, изделия, определение на слух (по монотонности звука) четкости работы двигателя и пр.

Причины и последствия

Условия, при которых реализуются потенциальные опасности, называются **причинами**.

Причины характеризуют совокупность обстоятельств, благодаря которым опасности проявляются (реализуются) и вызывают те или иные **нежелательные последствия** (ущерб здоровью, потери и т. п.).

Формы ущерба или нежелательные последствия разнообразны: травмы различной степени тяжести, заболевания, ущерб окружающей среде и др.

Опасность — причины — следствия являются основными характеристиками таких событий, как несчастный случай, чрезвычайная ситуация, взрыв, пожар и т.д. Триада опасность — причины — нежелательные следствия - это логический процесс развития, реализующий потенциальную опасность в реальный ущерб (последствие). Как правило, этот процесс включает несколько причин, т. е. являются *многопричинными*.

Одна и та же опасность может реализоваться в нежелательное событие (например, травма) через разные причины. В основе профилактики несчастных случаев по существу лежат опасности и причины, приведшие опасности к нежелательным последствиям, т.е. к несчастному случаю. В реальном мире, особенно в производственных условиях в пределах одного рабочего места возможно существование не только одной опасности, но и *нескольких одновременно действующих опасностей*.

Например, станочник во время работы в зависимости от массовости выпуска деталей, в общем виде непосредственно контактирует:

- с заготовками, оборудованием, режущим инструментом, приспособлениями, грузовой тарой, транспортными средствами (тележки, рольганги, конвейеры, склизы и т.п.);
- с отходами обработки (стружка, металлоотходы);
- со смазочно-охлаждающими жидкостями (СОЖ);
- с цеховой средой (шум, освещение, загрязненность воздуха и т.п.).

При взаимодействии с выше перечисленными объектами станочник подвергается следующим видам возможного воздействия (т.е. подвергается опасностям):

1. механическое воздействие от движущихся частей и деталей станка, инструмента, заготовок, стружки, приспособлений, тары и т. д.;
2. силовое воздействие от зажима деталей в приспособление и от сил резания. Во время обработки возможны разрывы заготовок, разрушение инструмента и приспособлений;
3. гидropневматическое воздействие от СОЖ и сжатого воздуха при зажиме в приспособлении;
4. термическое воздействие от нагретых трением инструмента, заготовок и приспособления;
5. электрическое воздействие от утечек электротока и замыкания электропроводки на корпус станка или приспособления;
6. акустическое воздействие - это шум от работающего оборудования, и от самого процесса обработки деталей методом снятия стружки;
7. вибрационное воздействие - это вибрация станка, инструмента, рабочего места;
8. физическое - это физическая усталость от работы по поднятию заготовок с пола до уровня зажимного приспособления, зажим вручную и обратные действия после окончания операций обработки. Кроме того, возможны многочисленные наклоны туловища и перемещения на рабочем месте;
9. нервно-психическое напряжение от того, что станочник напряженно следит за процессом обработки, за качеством работы. Станочник всегда в напряженном ожидании сбоя в работе и готов в любую секунду выключить станок;
10. воздействие от вредных химических веществ - это сырость одежды, рук, тела станочника от СОЖ. Выделение пыли от обработки, особенно хрупких материалов таких как, чугун, цветметаллы, пластмассы, дерева. Выделение паров СОЖ и смазок в атмосферу рабочей зоны;
11. социально-экономические факторы воздействия - это подготовленность работника к работе, т. е. квалификация, обеспеченность средствами защиты, уровень зарплаты, возможность профессионального и материального роста.

Таким образом, сколько возможных воздействий, столько же может быть и потенциальных опасностей. Каждая опасность, или в их совокупности может, при определенных обстоятельствах привести к несчастному случаю.

Показатели безопасности технических систем

Определяют способность системы обуславливать при ее эксплуатации безопасность обслуживающего персонала и населения. К **показателям безопасности** следует отнести:

- вероятность безопасной работы человека в конкретных условиях в течение определенного времени;
- время срабатывания блокировочных и защитных устройств,
- электропрочность линий передач и т. д.

Хотя безопасность рассматривается как одно из свойств надежности, оно выходит за рамки надежности, поскольку неполнота безопасности может проявляться и в нормальных условиях работы объекта. Примером может служить работа теплоэлектроцентралей на органическом топливе (угле, сланце, мазуте) с нормальным режимом функционирования котлов, но с выбросами в атмосферу вредных продуктов сгорания в дозах, превышающих допустимые из-за несоответствия качества топлива режимам горения. Этот случай также можно рассматривать как отказ системы, при котором следует изменить режимы сжигания или режимы работы фильтров.

К **показателям надежности** относятся показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности (их изучает теория надежности).

Эргономические показатели. Определяют систему взаимодействия «человек-машина» и характеризуют комплекс гигиенических, антропометрических, физиологических и психологических свойств, которые проявляются в процессах взаимодействия системы «человек-машина» (изучаются инженерной психологией и эргономикой).

Гигиенические показатели используют при определении соответствия системы условиям жизнедеятельности и работоспособности человека при его взаимодействии с технической системой (показатели освещенности, температуры, влажности, магнитного и электрического полей, запыленности, излучения, токсичности, шума, вибрации, перегрузок и т. д.).

Физиологические и психофизиологические показатели используют при определении соответствия системы физиологическим свойствам человека и особенностям функционирования его органов чувств. Такие показатели характеризуют соответствие системы возможностям человека воспринимать и перерабатывать информацию, соответствие системы закрепленным и вновь приобретенным навыкам человека.

Экологические показатели определяют уровень вредных воздействий на окружающую среду при эксплуатации, производстве, потреблении и транспортировании продукции. К ним следует отнести:

- содержание вредных компонентов, выбрасываемых в окружающую среду;
- вероятность выбросов вредных компонентов (газов, жидкостей, различных излучений и т. д.).

Экономические показатели характеризуют объем затрат на обеспечение допустимого уровня безопасности.